Calorimetrische Untersuchungen

über

Wärmeproduction und Wärmeabgabe der Kaninchen

unter verschiedenen Verhältnissen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen medicinischen Fakultät der Universität Erlangen

vorgelegt

am 23. Juli 1888

von

Raimund Zenetti
aus Lauingen.

Erlangen 1888.
Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

Calorimetrische Untersuchungen

über

Wärmeproduction und Wärmeabgabe der Kaninchen

unter verschiedenen Verhältnissen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde

der

hohen medicinischen Fakultät der Universität Erlangen

vorgelegt

am 23. Juli 1888

von

Raimund Zenetti
aus Lauingen.

Erlangen 1888.
Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Referent: Herr Professor Dr. J. Rosenthal.

Seiner Mutter

als Zeichen aufrichtiger Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Seit den ältesten Zeiten war der Thatsache, dass der Mensch und überhaupt jedes lebende Wesen, Wärme erzeuge, die gebührende Achtung nicht versagt worden. Im Gegentheil, wenn unsern Vorfahren dennoch ein Vorwurf gemacht werden kann, so trifft sie eher der, die Bedeutung dieser Thatsache überschätzt, als sie zu wenig gewürdigt zu haben. Haben sie ja doch von Uranfang in ihrer Sprache die Wärme mit dem Urquell des Lebens, und die Kälte mit der Ursache des Todes identificirt.

Sei es gestattet, in ganz kleinen Umrissen ein Bild der Geschichte des Studiums der Wärme zu entwerfen.

Die ganze Entwicklung dieses Studiums kann man in zwei grosse Gruppen trennen, und zwar in die der Hypothesen, und die des Experiments.

Die Hypothesen über den Ursprung der thierischen Wärme reichen bis zur Wiege der Medizin zurück.

Zuerst kamen die vitalistischen Hypothesen an's Tageslicht, deren Hauptvertreter Hippokrates, Plato, Aristoteles und Galen waren; sie bezeichneten als Wärme erzeugendes Organ das Herz und zwar verlegte Aristoteles seinen Sitz in die rechte, Galen in die linke Herzkammer.

Erst später machten sich andere Anschauungen geltend; es waren chemische Hypothesen, die nunmehr auftauchten. Die Chemiker dieser Zeit schrieben, erstaunt über das Freiwerden von Wärme bei der Einwirkung der Stoffe aufeinander, die Vorgänge bei der Erzeugung der thierischen Wärme der Wirkung gleichartiger Kräfte zu wie jene, die bei chemischen Processen in Thätigkeit seien.

Neben dieser iatrochemischen Anschauung war auch sehr vertreten die iatromechanische, nach welcher die Wärme erzeugt werde durch Reibung des Blutes an den Gefässwänden.

Doch was waren alle diese Hypothesen, indem nicht der geringste Theil auch bewiesen werden konnte. — Erst nach Erfindung des Thermometers durch Galilei (1592—1597) war die Möglichkeit geboten, durch genaue Messungen Schlüsse zu ziehen auf die Wärmeproduktion.

Als erster praktischer Arbeiter in dieser Hinsicht ist Sanctorius zu nennen (1626). Dass sich natürlich seit jener Zeit sehr viele Arbeiter der Wissenschaft mit der Frage beschäftigten, lässt sich denken. Doch sie alle namentlich aufzuführen und ihre, oft ziemlich nahe aneinander gehenden Anschauungen aufzuzählen, ist wohl nicht am Platze bei einem kurzen historischen Rückblick. Nur einer sei erwähnt, der mit seiner Theorie der nunmehr epochemachenden gleich zu erwähnenden Theorie Lavoisier's sehr nahe kam, nämlich Mayow, der behauptet, dass die Wärme durch einen, der gewöhnlichen Verbrennung sehr ähnlichen Process, das ist durch die Verbindung der „Particulae nitro-aëreae" (O) der Luft, mit dem in den Lungen strömenden Blute, entstünde. —

Im Jahre 1772 trat der vorher genannte Lavoisier mit der Theorie auf, dass eine Hauptwärmequelle des thierischen Organismus in der Verbrennung des Kohlenstoffes in den Lungen bestünde.

Laplace machte mit dem Genannten die ersten calorimetrischen Versuche, allein nicht so schnell glaubten die Männer der Wissenschaft dieser Theorie ihre Beistimmung geben zu dürfen und wohl bekannt sind in dem Streite Crawford, Scharling, Vogel, Leyden, Senator u. s. w.

Ein wichtiger Grund der Nichtübereinstimmung der Ansichten, mag wohl auch in der Ungenauigkeit der Versuche liegen sei es dass sie verschuldet sind durch die Schwierigkeiten der zu machenden Versuche und Untersuchungen, oder durch Unhandsamkeit der angewandten Apparate, die ja auch von jetzt an erst mehr und mehr verbessert wurden.

Weit entfernt nun die verschiedenartigen Calorimeter, die, von Laplace Zeiten bis auf den heutigen Tag zusammengestellt, für gut befunden und wieder verworfen worden sind, vorzuführen und ihre spezielle Einrichtung zu beschreiben, — wer kennt die Eis-Wasser, u. a. Calorimeter mit ihren verschiedenen Verbesserungen nicht, — will ich, nach diesem kurzen geschichtlichen Ueberblick, übergehen zur Beschreibung des mir zur Verfügung gestellten Luftcalorimeters.

Luft-Calorimeter,

zusammengestellt von Herrn Professor Dr. J. Rosenthal.

Das mir zur Benützung eingeräumte Calorimeter ist von meinem hochverehrten Lehrer, dem genannten Herrn Professor Dr. J. Rosenthal, nach eigenen Angaben zusammengestellt und besteht aus folgenden Theilen.

Es sind zwei Systeme von je drei ineinander geschalteten Cylindern aus Zinkblech, von einer Länge von 72 dm; der Durchmesser des grössten Cylinders beträgt 34 dm. Die Ineinanderschaltung der Cylinder ist derart angeordnet, dass der Zwischenraum zwischen dem äussersten und mittleren Cylinder ganz geschlossen ist, während der Zwischenraum zwischen dem mittleren und inneren Cylinder durch angebrachte Hähne aus Messing an beiden Cylindersystemen verschlossen werden kann. Der äussere Zwischenraum soll nur dem Zwecke entsprechen, den Einfluss der Umgebungstemperatur auf die im innern Raum eingeschlossene Luft möglichst unbemerkbar zu machen. Das Wesentliche an dem Apparate ist der Raum zwischen dem innersten und mittleren Cylinder.

Dieser Zwischenraum des einen Cylindersystems ist mit dem entsprechenden des andern durch ein Manometer verbunden, welches mit gefärbtem Petroleum gefüllt und mit einer genau abgetheilten Scala versehen ist. Die Abtheilung des Manometers ist in Centimeter und halbe Centimeter angeordnet. Ausserdem senkt sich in jeden dieser Zwischen-

räume je ein Thermometer; die genauere Bestimmung der in diesen Zwischenräumen eingeschlossenen Luft erfolgt aber durch das Manometer, da die beiden Lufträume zusammen wie ein Differential-Lufttthermometer wirken.

Die Oeffnung des innersten Cylinders ist so gross, dass ein kleines Thier, ein Kaninchen z. B. darin gut Platz hat. Um das Thier möglichst weit hinten im Cylinder zu halten, wurde noch eine Spange in Form eines Kreuzes angebracht, die durch einen starken Stiel mit einem Querblech verbunden, aussen am Cylinder angebracht werden kann und so dem Thier das Zurückweichen unmöglich macht.

Nachdem nun der Apparat bekannt ist, will ich vor den Versuchen noch ein Wort über die Vorbereitungen sprechen.

Vorbereitung zu den Versuchen.

Als Objekte bei den Experimenten wurden Kaninchen von mittlerer Grösse gewählt, so dass sie bequem im Cylinder sein konnten, und dabei auch Bewegungen möglich waren.

War das Thier im Apparat, so wurde das oben beschriebene Kreuz eingeführt, und das Thier war gehindert, weit gegen die Oeffnung des Cylinders vorzudringen oder gar ihn zu verlassen.

Da Anfangs im geheizten Zimmer noch gearbeitet wurde, so brachte man den ganzen Apparat, der, auf einem Tische ruhend, sehr leicht transportabel ist, dem Ofen gegenüber in der Weise an, dass beide Cylinder gleich weit weg vom Ofen waren.

Versuche konnten in der Regel täglich nur zwei gemacht werden, da immer zwei bis drei Stunden nöthig waren zur Ausgleichung der Thermometer, d. h. strenge genommen, der Temperaturverschiedenheit in beiden Cylindern.

Setzt man nun ein Kaninchen in den einen Cylinder — gewöhnlich ist der rechte gebraucht worden — so wird es Wärme abgeben und dadurch wird die Luft im betreffenden Cylinder und bald auch die im Zwischenraum eine Temperatursteigerung erfahren. Da durch Wärme aber die Luft

ausgedehnt wird, so muss an dem Manometer, der ja mit der Innenschichte in Verbindung steht, die Flüssigkeit auf der Seite, auf welcher das Thier ist, sinken, auf der andern in Folge dessen steigen. Hat nun aber das Sinken und eventuelle Steigen des Manometers einen gewissen Grad erreicht, so ist der Moment eingetreten, wo die vom Thiere abgegebene Wärme gleich ist der vom Cylinder abgegebenen Wärme, denn es geben ja auch die Cylinder Wärme ab an ihre Umgebung. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so bleibt das Manometer auf seiner erreichten Höhe stehen und wir sagen, das Maximum ist erreicht.

Dieses Maximum muss aber der Wärmeproduktion des Thieres proportional sein, kann also das Mass der letzteren dienen. Wir können also mit diesem Apparat die Wärmeabgabe bei einem Thier unter wechselnden Verhältnissen messen.

Obgleich das im Apparat eingesetzte Thermometer die Temperatur der eingeschlossenen Luft nicht zuverlässig angibt, weil ja die Temperatur an verschiedenen Stellen verschieden sein kann, so ist doch die Uebereinstimmung zwischen ihm und dem Manometer eine ziemlich gute. 1° C. entspricht nämlich ein Manometerstand von 5,0—5,9 cm.

Ich will nun übergehen zu den Versuchen und als erste diejenigen anführen, die zur Orientirung des Apparates und zur Richtigstellung der an den Apparat gestellten Genauigkeit dienen. —

Rubrik mit „Zeit“ bedeutet die Tagesstunden, zu denen die Versuche gemacht wurden. Linker Cylinder entspricht der linken Hand des Versuchstellers, rechter der rechten, wenn derselbe mit dem Gesicht gegen den Apparat sieht. Die Grade an den Thermometern sind nach Celsius.

Um die Versuchstabellen möglichst kurz und übersichtlich dem Leser vorzuführen, ist von der Zeit an, wo der Manometerstand constant blieb, d. h. also das Maximum erreicht war, immer nur zum erstenmal der Stand notirt, und durch einen Abschlussstrich als Maximum gekennzeichnet.

Wenn also um 11 U. 20 M. ein Stand von z. B. 32 cm erreicht war, derselbe blieb aber um 11 U. 30 M., 11 U.

40 M. u. s. w. immer derselbe, so ist nur um 11 U. 20 M. der Stand aufgezeichnet und ist als Maximum anzuerkennen.

Von 10 M. zu 10 M. wurden Thermometer und Manometerstand aufgezeichnet. —

Physiologische Versuche.

I. 24. Februar 1888. Vormittag 11 U. 30 M.

Zum Versuche wurde ein Kaninchen genommen, das eben von der Stallung aus den Kellerraum kam. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, blieb es auch über Mittag im Apparat, um eine Unterbrechung zu verhüten, das Manometer aber noch stieg.

Das Thier im linken Cylinder untergebracht.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
11 U. 30 M.	12,3°	12,3°	—
„ 40 „	16,3°	12,6°	18
„ 50 „	19,3°	12,6°	27
12 „ — „	20,5°	12,8°	30
„ 10 „	21,7°	13,1°	32,5
„ 20 „	22,35°	13,45°	33
„ 30 „	22,5°	13,9°	32,1
„ 40 „	22,2°	14,25°	30
„ 50 „	22,2°	14,5°	29,75
1 „ — „	22,3°	14,6°	29,5

Das Kaninchen blieb nunmehr im Apparat bis nach dem Mittagtisch; während dieser Zeit wurde nichts notirt, allein wir können sehen, dass das Maximum erst später erreicht wurde.

Fortsetzung von I.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	21,5°	14,4°	29,5
„ 10 „	21,15°	14,4°	29,5
„ 20 „	21,3°	14°	31,75
„ 30 „	21°	13,95°	35,
„ 40 „	20,9°	13,9°	40,5

Aus vorstehender Tabelle ergibt sich, dass bei dem angestellten Versuche mit kleinen Schwankungen zu kämpfen war; woran diese liegen, ist noch nicht zu bestimmen, denn während der Apparat zuerst in ziemlich ungünstiger Stellung in der Nähe des Fensters angebracht war, wurde er in der Zwischenzeit in die oben angegebene Stellung gebracht.

Maximum nach 3 St. 10 M.

$$\text{Quotient} = \frac{40{,}5}{7} = 5{,}8.$$

Ich will nun gleich einen zweiten Versuch anführen, die die Empfindsamkeit des Apparates zeigt, und beweist, wie nothwendig diese Vorbereitungsversuche sind.

II. 25. Februar 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 30 M.	11°	11°	—
„ 40 „	13,2°	11°	10
„ 50 „	15,85°	13,3°	14,75

Um 9 U. 55 M. war der Apparat gestanden, wie folgt:

9 U. 55 M. 17,3° 11,6° 20,

da hörte ich einen Knall, wie wenn Blech sich biegt und das Manometer fiel auf 16. Selbstverständlich war der Versuch nicht weiter fortzusetzen.

Der Apparat blieb nun ein paar Tage in Ruhe und es scheint, dass der Knall, der durch Verbiegen des Cylinderbleches in Folge der Ausdehnung der Luft im geschlossenen Innenraum entstand, von selbst sich ausglich, wie der folgende Versuch zu beweisen scheint.

Ein kleineres Thier wurde diesmal angewandt, jedoch so in Cylinder gebracht, dass der Kopf nach der Cylinderöffnung hinsieht, das Hintertheil gegen den geschlossenen Theil des Apparats.

III. 28. Februar 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 45 M.	11,7°	11,8°	—
„ 50 „	12,7°	11,8°	6
10 „ — „	14,1°	11°	10,75
„ 10 „	15,5°	11,25°	15,75
„ 20 „	16,5°	11,5°	17
„ 30 „	17,2°	11,7°	19,25
„ 40 „	17,4°	11,7°	20
„ 50 „	17,60°	11,8°	21

Maximum erhalten nach 1 St. 5 M.

Ganz ausgeglichen scheint ja doch immer noch das Vorkommniss im vorhergehenden Versuch nicht zu sein, indem das Resultat nicht stimmen kann; ist doch

$$Q = \frac{21}{5{,}8} = 3{,}6$$ was zu niedrig ist; überhaupt der Manometerstand ist zu gering.

Zur Feststellung des Fehlers musste ich mich zu einem weiteren Versuche bequemen.

IV. 29. Februar 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. 30 M.	10,6°	10,8°	—
„ 40 „	13,5°	11,2°	14
„ 50 „	15,1°	11,6°	17,75
11 „ — „	18°	12,5°	20,25
„ 10 „	18°	12,7°	20,25
„ 20 „	18,35°	13,1°	23,5
„ 30 „	18,6°	13,6°	29,5

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{29{,}5}{5} = 5{,}9.$$

Da der Apparat doch noch einen kleinen Fehler zeigte, — wo war noch nicht fest zu behaupten — so wurden die Ver-

suche einige Tage eingestellt. Der Apparat wurde in der Zeit mit seinen drei ineinander geschobenen Cylindern auseinander gelegt; wurden doch so die Missstände völlig gehoben und es konnte eine Reihe von Versuchen gemacht werden, ohne dass der Apparat auch im Geringsten versagte.

V. 5. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
11 U. 30 M.	12,9°	13°	—
„ 40 „	12,9°	13,5°	14,5
„ 50 „	11,85°	14,3°	23
12 „ — „	11,5°	15,7°	30
„ 10 „	11,5°	17°	34
„ 20 „	11,7°	17,8°	35
„ 30 „	12°	18,5°	37
„ 40 „	12,3°	18,9°	37,5

Maximum erreicht nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{37,5}{6,6} = 5,7.$$

Zwischen den Tageszeiten ist ein Unterschied in der Wärmeabgabe, jedoch hier will ich nicht darauf eingehen, indem der Unterschied bei einem so geringen Ausschlag auch gar nicht zu erörtern beabsichtigt war.

VI. 6. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 30 M.	11,4°	10,9°	—
„ 40 „	11,7°	13,8°	9,25
„ 50 „	12,5°	15,4°	15
10 „ — „	12,9°	16,6°	19,5
„ 10 „	13,5°	18,3°	26
„ 20 „	13,5°	19,3°	29
„ 30 „	13,7°	19,8°	30,5
„ 40 „	13,9°	20°	31,5

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{31,5}{6,1} = 5,2.$$

VII. 8. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. 20 M.	12°	12,1°	—
„ 30 „	12,2°	14°	10,50
„ 40 „	12,25°	15°	16
„ 50 „	12,5°	16,25°	21
11 „ — „	12,55°	16,6°	22
„ 10 „	12,60°	17,4°	24
„ 20 „	12,6°	17,2°	24,5
„ 30 „	12,5°	17,3°	25,5
„ 40 „	12,60°	17,4°	28

Maximum nach 1 St. 20 M.

$$Q = \frac{28}{4,8} = 5,83.$$

Als Versuchsobjekt immer noch dasselbe Kaninchen.

VIII. 9. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 40 M.	12,1°	12,7°	—
„ 50 „	12,5°	14,4°	10,75
10 „ — „	12,8°	15,7°	17
„ 10 „	13,3°	17,2°	23,5
„ 20 „	13,5°	18°	27
„ 30 „	13,6°	19,4°	29,5
„ 40 „	13,6°	18,9°	31
„ 50 „	18,8°	19,2°	32

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{32}{5,4} = 5,9.$$

Beim folgenden Versuch das Kaninchen in linken Cylinder gebracht.

IX. 10. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 40 M.	14,4°	14,4°	—
„ 50 „	16,2°	14,6°	10,5
10 „ — „	17,8°	15°	16,5
„ 10 „	19,7°	15°	24
„ 20 „	20,5°	15,2°	28
„ 30 „	21,3°	15,3°	32,5
„ 40 „	21,7°	15,4°	33
„ 50 „	21,9°	15,4°	33,5

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{33,5}{6,5} = 1,2.$$

Aus den angeführten Tabellen ist zu ersehen, dass die Wärmeproduktion eines Kaninchens unter sonst gleichen Verhältnissen so ziemlich gleich bleibt mit ganz geringen Schwankungen.

Bis jetzt wurde das Thier so reichlich mit Futter versehen, dass es immer, ausser während der Zeit der Versuche, hinreichend zu fressen hatte.

Von heute früh an, 13. März, soll das Thier nichts mehr bekommen, so dass es zum letztenmale gefüttert ist morgens um 7 Uhr, und bis auf Weiteres nichts mehr erhält.

X. 13. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 40 M.	12,9°	13°	—
„ 50 „	13,5°	16°	9,5
10 „ — „	14,2°	18,1°	16
„ 10 „	14,6°	18,7°	18,5
„ 20 „	15°	19°	20
„ 30 „	15,1°	19,4°	23
„ 40 „	15,3°	19,6°	24,5
„ 50 „	15,4°	19,8°	26
11 „ — „	15,5°	20,2°	28,5
„ 10 „	15,6°	20,5°	29,5
„ 20 „	15,6°	20,6°	30,5
„ 30 „	15,7°	20,9°	31

Maximum erst nach 1 St. 50 M.

$$Q = \frac{31}{5{,}2} = 5{,}9.$$

Das Kaninchen wird bis zum nächsten Versuch in einen eigenen Stall gebracht, um sicher zu sein, dass es ohne Futter blieb.

XI. 13. März 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	14,9°	15,2°	—
„ 10 „	14,9°	16°	7,50
„ 20 „	14,8°	17,2°	10,50
„ 30 „	14,6°	17,7°	11
„ 40 „	14,5°	18°	11

Leider musste der Versuch unterbrochen werden, jedoch man sieht in der kurzen Zeit schon, dass das Manometer langsamer und weniger steigt. Wollen wir sehen, was für ein Resultat wir an dem Morgen haben.

XII. 14. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. 20 M.	12,5°	12,5°	—
„ 30 „	12,6°	13,5°	6
„ 40 „	12,8°	14,8°	11,25
„ 50 „	12,8°	15,8°	12,5
11 „ — „	12,8°	15,6°	14
„ 10 „	12,8°	15,7°	15
„ 20 „	12,8°	15,7°	15,5
„ 30 „	12,8°	15,7°	15,5

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{15{,}5}{3} = 5{,}2.$$

XIII. 14. März 1888. Nachmittag.

Das Thier ist immer noch ohne Futter.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. 30 M.	12,5°	12,4°	—
„ 40 „	12,6°	13,6°	5,75
„ 50 „	12,7°	14,8°	11,25
3 „ — „	12,8°	15°	12
„ 10 „	12,8°	15,5°	13,75
„ 20 „	12,8°	15,7°	15
„ 30 „	12,9°	15,7°	15
„ 40 „	12,9°	15,7°	15,5

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{15,5}{2,8} = 5,53.$$

XIV. 15. März 1888. Vormittag. 3. Hungertag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 50 M.	10°	10°	—
10 „ — „	10,80°	11,9°	4,5
„ 10 „	11,8°	13,1°	6,5
„ 20 „	12,8°	14,4°	8,5
„ 30 „	13,4°	15,6°	11
„ 40 „	14°	16,7°	13
„ 50 „	14,4°	17°	14
11 „ — „	14,6°	17,2°	14,5

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{14,5}{2,6} = 5,6.$$

XV. 15. März 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	15°	14,9°	—
„ 10 „	15°	16,7°	7
„ 20 „	15°	16,9°	9,75
„ 30 „	15°	16,9°	11
„ 40 „	14,9°	17,1°	13
„ 50 „	14,9°	17,3°	14
3 „ — „	14,9°	17,5°	14
„ 10 „	14,9°	17,6°	14,5

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{14,5}{2,7} = 5,4.$$

Das Thier sollte nunmehr wieder gefüttert werden, jedoch es war schon zu herabgekommen, als dass es nochmals aufzurichten gewesen wäre. In der Nacht verendete es. So musste leider das Hungerstadium ohne folgende Fütterung abgeschlossen werden. Allein der Beweis ist deutlich genug geliefert, dass im Hungerzustand die Wärmeproduktion und damit die Wärmeabgabe abnimmt.

An späteren Versuchen werden wir es noch deutlicher sehen.

Zu den weiteren Versuchen wird ein Kaninchen benützt, das so ziemlich gleich gross ist mit dem ersten. Im normalen Zustand gibt es folgendes Resultat:

XVI. 17. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. — M.	14,2°	14,3°	—
„ 10 „	14,4°	16,5°	12
„ 20 „	14,5°	18,1°	21
„ 30 „	14,6°	19,2°	27,50
„ 40 „	14,7°	20,5°	32
„ 50 „	14,8°	21,1°	33
11 „ — „	14,8°	21,4°	33,75
„ 10 „	14,8°	21,6°	34

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$\text{Quotient} = \frac{34}{5{,}8} = 5{,}8.$$

XVII. 19. März 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. 15 M.	10°	9,8°	—
„ 25 „	10°	12,5°	12,75
„ 35 „	9,8°	13,5°	21
„ 45 „	9,7°	14,5°	27
„ 55 „	9,6°	15°	29
3 „ 5 „	9,6°	15,6°	31,5
„ 15 „	9,6°	15,6°	32
„ 25 „	9,6°	15,7°	34

Maximum in 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{34}{6{,}1} = 5{,}6.$$

XVIII. 20. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 40 M.	8°	8°	—
„ 50 „	8,40°	10,7°	12
10 „ — „	8,8°	12,5°	19,5
„ 10 „	9,1°	14°	24,5
„ 20 „	9,4°	14,5°	27
„ 30 „	9,7°	15,1°	29,5
„ 40 „	10°	15,8°	31,5
„ 50 „	10,2°	16°	32

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{32}{5{,}8} = 5{,}5.$$

XIX. 22. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 45 M.	9,5°	9,8°	—
„ 55 „	10,2°	12,5°	15,75
10 „ 5 „	10,6°	15,5°	27,5
„ 15 „	11°	17,2°	32
„ 25 „	11,2°	17,8°	33
„ 35 „	11,5°	18,4°	34,5
„ 44 „	11,9°	18,9°	35
„ 55 „	12,1°	19,1°	35,5

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{33,5}{7} = 5,7.$$

Wir sehen aus dieser Reihe von Versuchen, dass bei gleichmässig guter Fütterung immer so ziemlich das gleiche Resultat erzielt wird. Stellen wir noch einige Versuche mit dem Thiere an, und dann wollen wir es hungern lassen, um zu sehen, ob wieder wie beim ersten, ein niedrigeres Resultat erzielt wird.

XX. 22. März 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
3 U. — M.	10,8°	10,9°	—
„ 10 „	10,8°	12,9°	12,5
„ 20 „	10,75°	14,7°	23
„ 30 „	10,7°	16,5°	29,5
„ 40 „	10,6°	17°	30,5
„ 50 „	10,6°	17,2°	32,5
4 „ — „	10,6°	17,2°	33,5

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{33,5}{6,6} = 5,1.$$

XXI. 23. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 55 M.	11,2°	11,4°	—
10 „ 5 „	11,6°	13,8°	13
„ 15 „	12°	15,6°	20,25
„ 25 „	12,4°	16,95°	23,5
„ 35 „	12,8°	18,1°	27
„ 45 „	13°	18,6°	28
„ 55 „	13,3°	19,2°	30
11 „ 5 „	13,5°	19,6°	31,5

Maximum in 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{31,5}{6,1} = 5,2.$$

XXII. 24. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. 45 M.	11,7°	12°	—
„ 55 „	11,9°	15,7°	20,5
11 „ 5 „	12°	16,6°	23,75
„ 15 „	12,1°	17,1°	27,75
„ 25 „	12,3°	17,5°	30
„ 35 „	12,4°	18°	32
„ 45 „	12,4°	18,1°	32,5

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{32,5}{5,7} = 5,5.$$

XXXIII. 25. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
7 U. 50 M.	9,5°	9,8°	—
8 „ — „	10,2°	12,5°	15,75
„ 10 „	10,6°	15,50°	27,5
„ 20 „	11°	17,2°	32
„ 30 „	11,2°	17,8°	33
„ 40 „	11,5°	18,4°	34,5
„ 50 „	11,9°	18,9°	35,
9 „ — „	12,1°	19,1°	35,5

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{35{,}5}{7} 5.$$

Da nunmehr das Thier immer die gleiche Wärmeproduktion zeigt — ganz geringe Differenz — so wollen wir übergehen zu einem zweiten Hungerversuche. Zu dem Zwecke bleibt das Kaninchen heute Nachmittag — 25. März — in Ruhe, und erhält reichlich Futter, damit dasselbe beim ersten Versuch Morgens am 26. März noch nicht Hunger haben kann.

Hungerversuch.

Das Thier wiegt am Morgen des ersten Tages, an dem es ohne jedes Futter bleibt, 1700 gr; es befindet sich ganz normal.

Um nicht wieder das Thier zu verlieren, lässt man es nur 2 volle Tage hungern; auch um das Ansteigen der Wärmeproduktion bei darauf folgender Fütterung zu sehen.

XXIV. 26. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
8 U. — M.	11,1°	11,2°	—
„ 10 „	11,6°	13,8°	14,5
„ 20 „	11,9°	15,9°	23
„ 30 „	12,1°	16,95°	26,75
„ 40 „	12,3°	17,7°	29
„ 50 „	12,5°	18,2°	29,75
9 „ — „	12,7°	18,6°	30,75
„ 10 „	13,2°	19°	31

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{31}{5{,}8} = 5{,}4.$$

Wie vorstehende Tabelle zeigt, ist Morgens noch kein besonders bemerkbarer Rückgang in der Wärmeproduktion zu ersehen, dagegen bereits Nachmittags.

XXV. 26. März 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
4 U. — M.	12,5°	12,5°	—
„ 10 „	12,5°	13,9°	10,75
„ 20 „	12,5°	14,8°	14
„ 30 „	12,1°	15,3°	17
„ 40 „	11,9°	15,6°	19
„ 50 „	11,8°	15,75°	21
5 „ — „	11,7°	16,1°	22
„ 10 „	11,7°	16,2°	23

Maximum in 1 St. 10 M. und nur 23 ctm.

$$Q = \frac{23}{4,5} = 5,1.$$

XXVI. 27. März 1888. Vormittag. 2. Hungertag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. — M.	12,2°	12,9°	—
„ 10 „	12,6°	14,2°	9,25
„ 20 „	13°	15,1°	12,25
„ 30 „	13,1°	16°	15,75
„ 40 „	13,2°	16,6°	19,5
„ 50 „	13,2°	16,7°	20
11 „ — „	13,2°	16,7°	20,5

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{20,5}{3,5} = 5,8.$$

XXVII. 27. März 1888. Nachmittag. Gewicht 1650 gr.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
4 U. — M.	12,7°	12,7°	—
„ 10 „	12,7°	13,9°	8
„ 20 „	12,7°	14,8°	11,25
„ 30 „	12,8°	15°	12
„ 40 „	12,8°	15,3°	14
„ 50 „	13°	15,6°	15,75
5 „ — „	13°	16°	17

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{17}{3} = 5{,}7.$$

Aus vorstehenden Tabellen ist ganz unbestreitbar zu erkennen, welch' grossen Einfluss auch nur eine kurze Hungerzeit auf die Wärmeproduktion und Wärmeabgabe hat. Gleich nach der ersten Fütterung können wir schon wieder eine nicht unerhebliche Steigerung beobachten, und in sehr kurzer Zeit wird das gewöhnliche Maximum in der Wärmeproduktion erreicht sein.

Das Kaninchen wurde nunmehr gefüttert. Sein Gewicht betrug 1650 gr, also 50 gr Verlust in den beiden Hungertagen.

XXVIII. 28. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. — M.	15,4°	15,7°	—
„ 10 „	15,9°	18,4°	16,5
„ 20 „	16,2°	20,1°	24,5
„ 30 „	16,4°	21,4°	28
„ 40 „	16,7°	22,3°	30
„ 50 „	16,7°	22,7°	31
11 „ — „	16,9°	22,7°	31,5

Maximum von 31,5 in 1 St.

$$Q = \frac{31{,}5}{5{,}8} = 5{,}4.$$

Das Kaninchen bleibt Nachmittag bei reichlichem Futter in Ruhe.

XXIX. 29. März 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. — M.	16,4°	16,4°	—
„ 10 „	16,4°	19,4°	17,5
„ 20 „	16,8°	21,5°	25
„ 30 „	17°	22,4°	29
„ 40 „	17,2°	23,2°	31
„ 50 „	17,3°	23,4°	33
11 „ — „	17,4°	23,50°	35

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{35}{6,1} = 5,7.$$

Mit demselben Thiere wurde nun ein Versuch gemacht, der ebenso interessant als belehrend ist für die Wärmeabgabe; nur eines ist dabei zu bedauern, dass die Thiere diese Procedur ganz selten überdauern, zumal in der Winterszeit. Es ist das ein Experiment mit ganz abrasirtem Thiere. Ehe ich das Resultat bespreche, will ich die Tabelle anführen.

Das Thier ist also rasirt bis an den Kopf.

XXX. 4. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 34 M.	10,9°	11,4°	—
„ 35 „	11°	13,7°	10,5
„ 37 „	11°	14,8°	17
„ 39 „	11°	15,5°	20,5
„ 41 „	11°	16°	22,5
„ 43 „	11,1°	16,6°	24
„ 45 „	11,2°	17,2°	25,5
„ 47 „	11,2°	17,8°	26,5
„ 49 „	11,3°	18,4°	27,75
„ 51 „	11,3°	18,8°	29
„ 53 „	11,4°	19,2°	30
„ 55 „	11,5°	19,4°	31
„ 57 „	11,6°	19,6°	31,5
„ 59 „	11,6°	19,6°	31,75
10 „ 1 „	11,8°	19,8°	32,5
„ 3 „	12°	20°	32,75
„ 5 „	12,4°	20,2°	33

Maximum nach 29 Minuten.

$$Q = \frac{33}{7,8} = 4,3.$$

Betrachten wir nun vorstehende Tabelle, so zeigt sie uns, dass die Wärmeproduktion eines rasirten Kaninchens nicht gesteigert, wohl aber sehr beschleunigt ist. Aus diesem Grunde wurde alle 2 Minuten abgelesen. Während wir sonst in 10

Minuten einen Manometerstand von höchstens 15 cm vorfanden, beträgt er hier schon 25,5 cm. Es ist ein ganz gleiches Maximum zu verzeichnen, nur mit dem Unterschied, dass in viel geringerer Zeit dasselbe erreicht wird.

Lassen wir das Thier noch einmal im Apparat, obwohl es den Anschein hat, als ob es im selbigen zu Grunde ginge; doch, es hielt den Versuch noch aus; wir werden jedoch eine Aenderung in der Wärmeproduktion finden. Es verendet gleich nach Herausnahme aus dem Apparat.

XXXI. 4. April 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
1 U. 34 M.	12°	12°	—
„ 40 „	12°	14,5°	14
„ 45 „	12°	16,1°	24
„ 50 „	12°	17,6°	28
„ 55 „	12°	18,1°	28,5
2 „ — „	12,2°	18,6°	28,5
„ 5 „	12,2°	18,8°	28,75
„ 10 „	12,2°	19,2°	29
„ 15 „	12,3°	20,1°	31
„ 20 „	12,3°	22°	34
„ 25 „	12,4°	23°	36,5
„ 30 „	12,6°	23°	38

Maximum erhöht, in 56 Minuten erreicht.

Bei diesem Versuch stieg das Manometer nicht so rasch, als wie beim vorangehenden Versuch, jedoch zeigt es eine ziemliche Erhöhung in der Wärmeproduktion.

Ob nun da eine erhöhte Wärmeproduktion, oder eine vermehrte Wärmeabgabe vor dem Tode — das Thier verendete sofort — vorliegt, ist bei einem einzigen Versuche sehr schwer, wohl noch gar nicht zu entscheiden, und wir müssen diese Frage noch andern Versuchen offen lassen.

Versuche mit einem dritten Kaninchen werden das bereits Angeführte neuerdings belegen, andrerseits neue Momente klar legen.

Es ist ein Thier von mittlerer Grösse, gut genährt, mit einem Gewicht von 1700 gr.

XXXII. 7. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 15 M.	9,4°	9,7°	—
„ 25 „	10,1°	12,9°	15
„ 35 „	10,6°	14,7°	22
„ 45 „	11°	16,4°	28
„ 55 „	11,2°	16,9°	29
10 „ 5 „	11,5°	17,6°	29,5
„ 15 „	12,3°	18°	31

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{31}{5,7} = 5,4.$$

Dieses Thier hat so ziemlich gleiche Wärmeproduktion mit den früheren; wir wollen dessen ungeachtet noch einen Versuch mit ganz normalem Thiere machen, und dann noch einmal einen Hungerversuch einleiten.

XXXIII. 7. April 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	9,5°	9,7°	—
„ 10 „	10,1°	12,9°	15
„ 20 „	10,6°	14,7°	22
„ 30 „	11°	16,4°	28
„ 40 „	11,2°	16,9°	29
„ 50 „	11,5°	17,6°	29,75
3 „ — „	11,7°	17,9°	31

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{31}{6,2} = 5.$$

Das Thier wurde am Morgen den 9. April gefüttert und dann nicht mehr. Gleich nach der letzten Fütterung erhielt ich folgendes Resultat:

XXXIV. 9. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 15 M.	9°	8,8°	—
„ 25 „	9,1°	11,7°	12
„ 35 „	9,4°	13°	18
„ 45 „	9,8°	14,1°	23
„ 55 „	10,4°	15,4°	25
10 „ 5 „	10,5°	16,4°	27,25
„ 15 „	11,7°	16,9°	28
„ 25 „	11,9°	17,3°	31

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{31}{5,4} = 5,75.$$

Das Thier wiegt 1650 gr.

Nachmittag ist ein Rückgang schon bemerkbar.

XXXV. 9. April 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	9,8°	9,8°	—
„ 10 „	9,9°	11,4°	8
„ 20 „	10,2°	13,5°	15
„ 30 „	10,4°	15°	17
„ 40 „	11,4°	15,8°	20,5
„ 50 „	11,6°	16,5°	21
3 „ — „	12,2°	17°	22
„ 10 „	13°	17,4°	23

Maximum in 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{23}{4,4} = 5,2.$$

XXXVI. 10. April 1888. Vormittag. 2. Hungertag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. — M.	11°	13°	—
„ 10 „	12°	13,7°	7,50
„ 20 „	12°	14,7°	13,5
„ 30 „	12,8°	16,2°	17
„ 40 „	13,3°	16,5°	18
„ 50 „	13,4°	16,6°	19
10 „ — „	13,4°	16,7°	19,5
„ 10 „	13,4°	16,8°	20

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$\text{Quotient} = \frac{20}{3,4} = 5,8.$$

Das Kaninchen wiegt 1600 gr. Der Verlust an Gewicht beträgt also bis jetzt 50 gr.

Der Versuch von Nachmittag fiel aus, da das Thier den Apparat verunreinigte, die Unreinlichkeit das Resultat aber bedeutend ändert. Der nächste Versuch ist also am 3. Hungertag.

XXXVII. 11. April 1888. Vormittag. 3. Hungertag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. — M.	12,5°	12,5°	—
„ 10 „	12,6°	13,4°	6
„ 20 „	12,8°	14,9°	11,5
„ 30 „	12,8°	15°	12,5
„ 40 „	12,9°	15,6°	14
„ 50 „	12,9°	15,7°	15,75
10 „ — „	12,9°	15,8°	16,25

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{16,25}{2,9} = 5,6.$$

Am Nachmittag desselben Tages blieb das Resultat fast ganz gleich mit dem vorstehenden. Das Maximum betrug

auch 16 cm. Dagegen fiel es sehr beträchtlich am 4. Hungertag.

Gewicht an diesem Tag 1490 gr, war aber noch munter und verhältnissmässig kräftig.

XXXVIII. 12. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. — M.	10,0°	10,2°	—
„ 10 „	10,8°	11,9°	5,75
„ 20 „	11,2°	12,9°	9,75
„ 30 „	11,3°	13,5°	12
„ 40 „	11,5°	14,2°	13,75
„ 50 „	11,7°	14,3°	14
10 „ — „	11,8°	14,4°	14,25

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{14{,}25}{2{,}6} = 5{,}5.$$

Nunmehr wurde das Thier gut gefüttert und bis Nachmittag 2 U. in Ruhe gelassen.

XXXIX. 12. April 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	10,7°	10,6°	—
„ 10 „	10,8°	13,4°	15
„ 20 „	10,8°	14,4°	17,25
„ 30 „	10,9°	15°	20
„ 40 „	11,2°	16°	22
„ 50 „	11,3°	16,80°	23
3 „ — „	11,5°	16,8°	24
„ 10 „	11,7°	16,8°	27

Maximum in 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{27}{5{,}1} = 5{,}3.$$

XXXX. 13. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 40 M.	11°	11°	—
„ 50 „	11,1°	13,2°	15,5
10 „ — „	11,7°	15,5°	21,5
„ 10 „	12°	16,4°	25
„ 20 „	12,3°	17°	26,5
„ 30 „	12,6°	17,5°	27,75
„ 40 „	13,2°	18°	28
„ 50 „	13,2°	18,4°	29
11 „ — „	13,7°	19,2°	30,5
„ 10 „	13,9°	19,6°	31

Maximum erst nach 1 St. 30 M.

$$Q = \frac{31}{5,7} = 5,5.$$

XXXXI. 14. April 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	11,2°	11°	—
„ 10 „	11,4°	13,3°	16
„ 20 „	11,6°	15,7°	22
„ 30 „	11,8°	16,3°	25,5
„ 40 „	12,3°	17,2°	27
„ 50 „	12,7°	17,6°	28,25
3 „ — „	13,1°	18°	29
„ 10 „	13,3°	19°	31
„ 20 „	13,9°	19,8°	32,5

Maximum nach 1 St. 20 M.

$$Q = \frac{32,5}{5,9} = 5,4.$$

XLII. 14. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 35 M.	12,75°	12,7°	—
„ 45 „	12,8°	15,4°	17,25
„ 55 „	13,5°	17,5°	24
10 „ 5 „	14°	18,6°	28
„ 15 „	14,4°	19,6°	29,5
„ 25 „	14,9°	20,3°	31,5
„ 35 „	15,6°	21°	32,75
„ 45 „	15,6°	21,5°	34

Maximum in 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{34}{5,9} = 5,8.$$

Aus dieser Reihe von Experimenten, zuerst gefüttert, dann im Hungerzustand, und schliesslich wieder gefüttert, kann man, wie aus den beiden ersten Hungerversuchen, ganz deutlich erkennen, welch' wichtigen Einfluss Hunger auf die Wärmeproduktion hat. Lässt man das Thier hungern, so hat der thierische Organismus weniger Stoffe zum zersetzen, in Folge dessen wird weniger Wärme producirt, und dann auch weniger Wärme abgegeben. Wird ein Thier dagegen gut gefüttert, so ist mehr Zersetzung vorhanden und mehr Wärme wird producirt und abgegeben.

Ist nun auch die Art und Weise des Einflusses der Menge des Futters auf die Wärmeabgabe nicht so gar bedeutend, so kann man doch einen Einfluss sehen, der in Folge sehr guten und reichlichen Futters erzielt wird. So habe ich, nachdem ich dem Kaninchen Hafer in übermässiger Menge gereicht hatte, folgendes Resultat, das die erhaltenen Resultate bei gewöhnlicher Fütterung doch um nicht unbedeutendes überschreitet.

XLIII. 15. April 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
3 „ — „	6,7°	6,7°	—
„ 10 „	7°	10°	17
„ 20 „	7,2°	12,6°	28,75
„ 30 „	7,4°	14°	33,5
„ 40 „	8,1°	15,4°	38
„ 50 „	8,8°	16,2°	40
4 U. — M.	9,8°	17,2°	42
„ 10 „	9,9°	17,9°	43

Maximum nach 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{43}{8} = 5{,}4.$$

Dieses hohe Resultat ist unstreitig nur der Ueberfütterung zuzuschreiben, denn es könnte höchstens die Zimmertemperatur noch einen Einfluss ausüben; allein, diese jedesmal gemessen, gibt meist das ganz gleiche Resultat mit dem Thermometer des linken Cylinders, höchstens dass es ein paar Zehntel differirt.

Nachdem nunmehr die Verhältnisse bei Hunger und Ueberfütterung genau erörtert sind, will ich noch einen andern Versuch mit dem gleichen Thier anstellen, indem die Haare des Thieres möglichst kurz abgeschnitten werden.

XLIV. 27. April 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 45 M.	12,8°	12,3°	—
„ 55 „	13°	16,6°	21,4
10 „ 5 „	13,7°	18,6°	28,5
„ 15 „	14°	19,4°	30
„ 25 „	14°	20,2°	34

Maximum in 40 M.

$$Q = \frac{34}{6{,}2} = 5{,}5.$$

Das Kaninchen gibt also, trotzdem es ganz geschoren ist, nicht mehr Wärme ab, d. h. producirt nicht mehr Wärme, wohl aber in kürzerer Zeit ist das Maximum erreicht; in 40 M. producirt das Kaninchen soviel Wärme, dass der Stand des Manometers 34 cm ist, was sonst erst in 1 St.—1 St. 20 M. ja selbst 1 Std. 30 M. erreicht wurde; die Zeitdifferenz immer also 20—40 M. beträgt.

Nicht uninteressant ist die Thatsache, wie wir in Folgendem sehen werden, dass der thierische Organismus auch in dieses Verhältniss allmählich sich gewöhnen kann, und nach einiger Zeit, trotzdem die Haare noch nicht im mindesten gewachsen sind, in der gleichen Zeit das gleiche Maximum erreicht, wie in ungeschorenem Zustande. Betrachten wir nun folgende Tabelle, die 6 Tage später angelegt ist.

XLV. 3. Mai 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 35 M.	14,5°	14,5°	—
„ 45 „	14,5°	16,9°	15,25
„ 55 „	14,5°	18,8°	22,2
10 „ 5 „	14,5°	20,2°	27,5
„ 15 „	14,7°	21,2°	30
„ 25 „	14,9°	21,8°	33
„ 35 „	15,8°	22,6°	35

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{35}{6,8} = 5,2.$$

Wir sehen, dass die vorher aufgestellte Behauptung als richtig angenommen werden kann. Dasselbe Thier producirt nunmehr in 1 St. wieder soviel Wärme, dass der Manometerstand im Maximum 35 cm war.

Zum Abschlusse dieser physiologischen Versuche nahm ich noch ein grösseres Thier, d. h. ein Kaninchen von mehr Gewicht und noch ein kleineres, um zu sehen, ob die Wärmeproduktion im Verhältniss zur Körpergrösse steht, oder wie

es sich damit überhaupt verhält, d. h. ob die Wärmeproduktion relativ oder absolut grösser oder kleiner ist.

Das eine Kaninchen, mit dem der Hungerversuch gemacht wurde, wog nach sehr guter und längerer Fütterung 1550 gr; das nunmehr zu den Versuchen beigezogene Thier 1880 gr. Die Wärmeproduktion des ersteren ist hinreichend bekannt, die des letzteren wie folgt.

XLVI. 5. Mai 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
7 U. — M.	11,9°	12°	—
„ 10 „	11,9°	14,4°	15
„ 20 „	11,9°	16,6°	23
„ 30 „	12,4°	18,2°	29
„ 40 „	12,4°	18,4°	32
„ 50 „	12,6°	19°	33,5

Maximum in 50 M.

$$Q = \frac{33,5}{6,4}\ 5,3.$$

XLVII. 5. Mai 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
4 U. — M.	12,6°	12,8°	—
„ 10 „	12,6°	16°	15,5
„ 20 „	13°	17,7°	19,75
„ 30 „	13°	19,6°	23,5
„ 40 „	13,2°	20,2°	30
„ 50 „	13,6°	20,6°	32,5
5 „ — „	14°	20,8°	34

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{34}{6,8} = 5.$$

Derartige Versuche stellte ich mit dem Thiere mehrere an, allein es blieb als Maximum immer 33 — 33,5 — 35 cm.

Nehmen wir das Gewicht beider Versuchsthiere, so kann man sagen:

A. wiegt 1500 gr
B. „ 1800 „

Das Mittel des Maximum bei A ist 320 mm, das bei B 340 mm.

Wir können nunmehr sagen

$$\frac{320}{1500} \text{ und } \frac{340}{1800} = \underline{0{,}2133 \text{ und } 0{,}1888}$$

das heisst soviel als: „Ein grösseres Thier producirt obsolut mehr Wärme als ein an Gewicht geringeres; jedoch nur absolut, relativ weniger".

Noch weitere Versuche zum Beweise dieses Satzes wurden gemacht, jedoch muss man wegen des ziemlich geringen Maximums die allzu hohe Temperatur der umgebenden Luft verantwortlich machen, die meistens 20° überstieg.

Es wurde ein grosses Kaninchen, von 1600 gr Gewicht und zwei kleine von 620 und 600 gr Gewicht verwendet, und wir werden das gleiche finden wie oben angeregt.

Grosses Kaninchen.

XLVIII. 20. Juni 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 40 M.	17,1°	17,1°	—
„ 50 „	17,3°	20°	14,5
10 „ — „	17,3°	21,4°	19,25
„ 10 „	17,5°	21,8°	21
„ 20 „	17,5°	22°	23
„ 30 „	17,5°	22,3°	24
„ 40 „	17,5°	22,5°	25,5

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{25{,}5}{5} = 5{,}1.$$

XLIX. 21. Juni 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 50 M.	18,1°	18,2°	—
10 „ — „	18,2°	20°	9
„ 10 „	18,2°	21,4°	15,5
„ 20 „	18,4°	22°	18,5
„ 30 „	18,5°	22,6°	21,25
„ 40 „	18,6°	23°	23
„ 50 „	18,8°	23,4°	24

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{24}{4,6} = 5,2.$$

Derartige Versuche wurden mehrere Tage hintereinander Vormittag und Nachmittag gemacht, doch da immer fast das ganz gleiche Resultat zum Vorschein kommt, so wollen wir gleich die Tabellen der kleineren Thiere ansehen.

Kleine Kaninchen.

L. 23. Juni 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. 50 M.	24,5°	24,5°	—
11 „ — „	24,9°	25,6°	4,5
„ 10 „	25,2°	26,5°	8,25
„ 20 „	25,4°	27,2°	10,5
„ 30 „	25,4°	27,4°	12
„ 40 „	25,6°	27,6°	12,5
„ 50 „	25,6°	27,9°	13,5

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{13,5}{2,3} = 5,9.$$

LI. 23. Juni 1888. Nachmittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
2 U. — M.	23,3°	23,2°	—
„ 10 „	23,3°	24°	4
„ 20 „	23,5°	24,5°	7,75
„ 30 „	23,7°	25,1°	10,25
„ 40 „	23,7°	25,5°	11,75
„ 50 „	23,7°	26°	12,5
3 „ — „	23,8°	26,3°	13

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{13}{2,5} = 5,2.$$

Dasselbe Thierchen gibt die folgenden Tage die gleichen Resultate.

Das zweite kleine Kaninchen gibt einen sehr gering kleineren Ausschlag.

LII. 25. Juni 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
8 U. 5 M.	21,3°	21°	—
„ 15 „	21,3°	21,9°	4,75
„ 25 „	21,4°	22,6°	7,75
„ 35 „	21,5°	22,8°	10
„ 45 „	21,6°	23,1°	10,5
„ 55 „	21,6°	23,6°	11
9 „ 5 „	21,8°	24°	12

Maximum in 1 St.

$$Q = \frac{12,5}{2,2} = 5,5.$$

LIII. 26. Juni 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
9 U. 10 M.	21,5°	21,5°	—
„ 20 „	21,5°	22,4°	4,5
„ 30 „	21,6°	23,1°	7,5
„ 40 „	21,6°	23,6°	10,25
„ 50 „	21,7°	23,8°	11
10 „ — „	21,8°	24°	11,5
„ 10 „	21,9°	24,3°	12,5

Maximum in 1 St. 10 M.

$$Q = \frac{12,5}{2,4} = 5,2.$$

Beide kleinen Kaninchen zusammen in den Apparat gebracht.

LIV. 27. Juni 1888. Vormittag.

Zeit	Linkes Thermometer	Rechtes Thermometer	Manometer
10 U. — M.	23,3°	23,2°	—
„ 10 „	23,3°	24,9°	8,75
„ 20 „	23,6°	26,1°	15,5
„ 30 „	23,7°	26,9°	20,25
„ 40 „	23,7°	27,6°	22,5
„ 50 „	23,8°	28,6°	24,5
11 „ — „	24°	29,3°	27

Maximum nach 1 St.

$$Q = \frac{27}{5,3} = 5,1.$$

Aus diesen angestellten Versuchen ersehen wir ganz deutlich, dass mit dem Körpergewicht die Wärmeproduktion nicht absolut, sondern nur relativ zunimmt.

Grosses Kaninchen erzielte im Mittel 240 mm.

1. Kleines „ „ „ „ 130 „
2. „ „ „ „ „ 120 „

Diese Manometerhöhen durch das Gewicht dividirt, gibt:

$$\frac{240}{1600}, \frac{130}{620}, \frac{130}{600} = 0{,}15 — 0{,}21 — 0{,}2.$$

Nehmen wir das Gewicht der beiden kleinen zusammen und vergleichen es mit dem des Grossen, so sehen wir dasselbe.

$$\frac{270}{1220} = 0{,}2213.$$

Wenn der Satz, der aufgestellt wurde, richtig ist, so müssen zwei kleine Thiere, die zusammen dem Gewichte eines grösseren gleich sind, auch absolut miteinander mehr Wärme produciren, und das zeigt uns klar und deutlich vorstehende Tabelle.

Halten wir nunmehr zum Schlusse einen kurzen Ueberblick über die ganze Arbeit von ihrem Anfang bis zu den Endresultaten, so sehen wir, dass in erster Linie der Apparat hinreichend und sehr bequem für grosse Kaninchen ist.

Die Versuche selbst haben gezeigt, dass die Wärmeproduktion und mit ihr die Wärmeabgabe sehr unterworfen ist den verschiedenen Lebensbedingungen.

Dreimal, und jedesmal mit einem andern Thiere, ist der Versuch gemacht, wie die Wärmeproduktion und Wärmeabgabe sinkt bei Hunger, wie schnell sie aber wieder steigt schon nach der ersten Fütterung.

Daran schliesst sich die interessante Beobachtung, dass ein rasirtes und geschorenes Thier nicht mehr Wärme producirt, wohl aber die gleiche Menge in bedeutend kürzerer Zeit, dass aber auch ein solches Thier sich allmählig wieder an die neuen Verhältnisse gewöhnt, sich denselben anpasst, und in der regelmässigen Zeit, wie früher, wieder das Maximum erreicht.

Nachdem das Verhalten der Thiere in Beziehung auf Wärmeproduktion für sich abhandelt, wurde das Verhältniss ihrer Wärmeproduktion und Wärmeabgabe unter sich erörtert.

Es stellte sich heraus, dass, wie wir schon gesehen, ein grösseres Kaninchen mehr Wärme producirt als ein kleines, jedoch im Verhältniss zum Körpergewicht weniger als das kleine Thier.

Somit seien die Untersuchungen über Wärmeproduktion und Wärmeabgabe geschlossen und es erübrigt nur noch eines.

Wohl an keiner bessern Stelle kann ich meinem hochverehrten Herrn Lehrer, Professor Dr. J. Rosenthal, meinen aufrichtigsten Dank aussprechen, als gerade hier, was hiemit auch geschehen sein soll.